

出國報告（出國類別：進修）

# 術中神經電生理訊號及腦圖譜映像功能性 手術進修報告

服務機關：臺中榮民總醫院神經醫學中心

姓名職稱：潘思延醫師

派赴國家/地區：美國/舊金山

出國期間：2022年12月31日至2024年1月11日

報告日期：2024年2月8日

# 摘要

本報告為作者在美國舊金山加利福尼亞大學（UCSF）進修期間的經歷和成果。這一年的進修主要涵蓋兩大面向：動物實驗研究和臨床手術觀摩。作者在動物實驗室學習實驗技術和操作，並設計了一個動物模型來探索神經損傷的安全閥值。同時，作者也積極參與了 UCSF 的臨床手術，觀摩各種功能性手術和腦腫瘤手術。在這一年的學習中，作者深深感受到了團隊合作的重要性，並在 UCSF 豐富的研究和臨床環境中獲得了豐富的知識和技能。此外，作者還參加了國際學術會議和交流活動，拓展了自己的學術圈子，並增加與國際頂尖專家交流合作的機會。在心得部分，作者強調了 UCSF 的團隊合作和專業分工的重要性，並表達了對中榮團隊發展的理念及期待。

**關鍵字：**術中神經電生理，腦圖譜映像功能性手術

# 目 次

一、 目的 .....	1
二、 過程 .....	3
三、 心得 .....	7
四、 建議事項.....	10
五、 附錄 .....	11

## 一、 目的

美國舊金山加利福尼亞大學（UCSF）是世界頂尖的醫療體系之一，其腦科學研究領域享譽國際。UCSF 在腦科學領域的研究特色和醫療體系特色結合了前沿的科學技術和跨學科的合作精神，致力於解決腦部疾病和神經系統疾患的挑戰。包括跨學科研究，各式先進的影像技術及團隊發展，還有基礎研究和臨床應用的緊密結合。其匯聚了來自不同學科背景的頂尖研究人員，包括神經科學家、神經內外科醫師、心理學家、電生理學家等，這種跨學科合作促進了對腦部功能和疾病的全面理解。這裡擁有世界一流的影像設備和技術團隊，包括功能性核磁共振成像（fMRI）、腦電圖（EEG）、磁腦圖（MEG）、聚焦性超音波（Focused Ultrasound）等，這些技術能夠幫助研究人員觀察和分析腦部活動，從而深入探究神經疾病的機制。UCSF 的腦科學研究不僅著重於基礎科學研究探索，還強調將研究成果轉化為臨床實踐，以改善患者的生活品質。該校擁有一流的臨床團隊，能夠將最新的科學發現應用於各式腦部疾病的診斷和治療。醫療團隊根據每位患者的具體情況制定個性化的治療方案，並積極參與臨床試驗和新療法的研究，為患者提供最新且最佳的治療選擇。UCSF 以其卓越的科學研究和優質的醫療服務，為全球腦科學領域的發展做出了重要貢獻並奠定其不可撼動的腦科學研究殿堂基石。

本次進修的目的在於深入研究神經外科手術中的功能性手術最新進展，包括清醒開顱腦腫瘤功能定位手術、癲癇手術以及深腦刺激神經調控手術，以術中神經電生理的角度全盤了解。同時，透過動物實驗室中的研究，探索皮質刺激對腦功能的影響，從而更全面地理解功能性手術中腦神經科學的原理和應用，以作為神經疾患的治療研究基礎，為未來提供更有效的方法。

UCSF 擁有多家醫院和校區，涵蓋了各個醫療專業領域，提供全面的醫療服務。腦科學研究與臨床實踐緊密結合，其神經外科領域更是全美醫院排名第二，西岸排名第一，獲得的美國國家研究經費(NIH funding)於全美首屈一指。

### ● UCSF Health 醫學中心（Parnassus 院區）：

1. **醫療特色：** 位於舊金山市中心的 Parnassus 院區是 UCSF 的主要醫療中心，提供全面的醫療服務，包括內科、外科、婦產科、兒科等。此外，該院區擁有一流的急診部門和重症中心，能夠應對各種緊急情況。
2. **研究要點：** Parnassus 院區是 UCSF 許多研究實驗室和學術部門的所在地，尤其以基礎醫學研究和臨床研究為主。這裡的研究重點包括癌症、心血管疾病、神經科學等領域。

### ● UCSF Benioff 兒童醫院（Mission Bay 院區）：

1. **醫療特色：** 位於舊金山 Mission Bay 的兒童醫院是加州最大的兒童醫院之一，提供包括兒科、兒童心臟科、兒童神經科等在內的專業醫療服務。
2. **研究要點：** 兒童醫院的研究重點在於兒童健康和發展，包括先天性疾病、兒童神經科學、兒童心理健康等領域。此外，兒童醫院也是許多臨床試驗和研究項目的實施地點。

### ● UCSF Helen Diller 癌症中心（Mount Zion 院區）：

1. **醫療特色：** 位於舊金山 Mount Zion 的癌症中心是加州頂尖的癌症治療中心之

一，提供包括放射治療、化療、免疫治療等在內的全面癌症治療服務。

2. **研究要點：** 癌症中心致力於癌症的基礎研究和臨床研究，包括癌症發生機制、新型抗癌藥物的研發、個性化治療等。該中心也是國際知名的癌症研究機構之一。

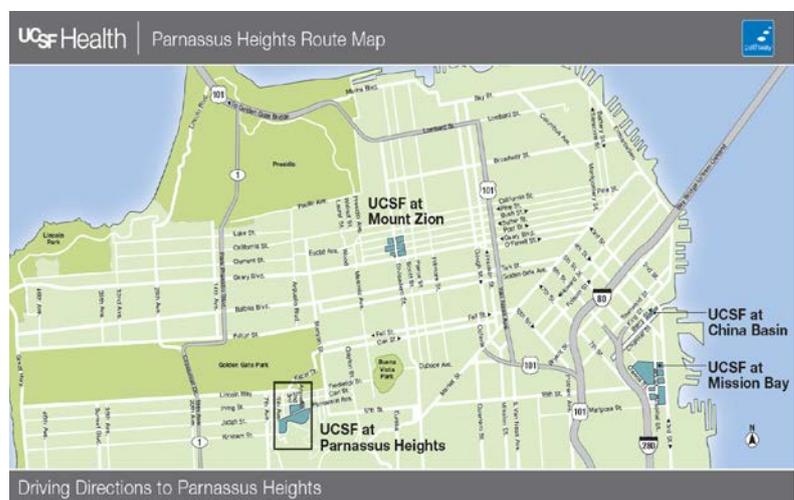
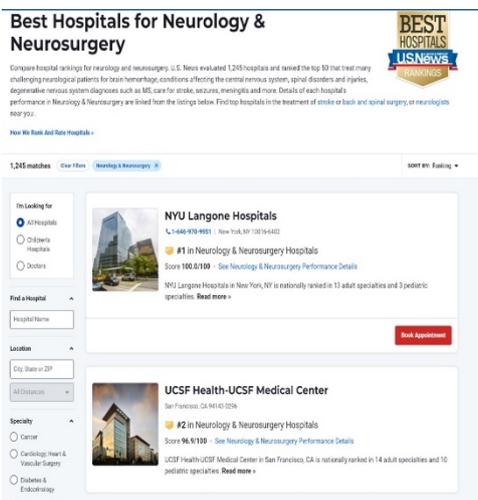
- **UCSF Bakar Precision Cancer Medicine Building ( Mission Bay 院區)：**

1. **醫療特色：** 這座全新的建築是 UCSF 癌症醫學的新據點，專注於精準醫學和個性化癌症治療。
2. **研究要點：** Bakar 建築致力於利用最先進的基因檢測技術和生物信息學分析，研究癌症的個體化治療方法，包括標靶治療、免疫療法。該建築也提供最新的臨床試驗和治療方案。

- **UCSF Weill Institute for Neurosciences (UCSF 威爾神經科學研究所)** 是美國舊金山加利福尼亞大學的一個專注於神經科學研究和臨床治療的機構。該研究所於 2016 年由 UCSF 和威爾家族基金會共同成立，旨在加強神經科學研究和為患者提供最先進的腦科學醫療服務。以下是 UCSF Weill Institute for Neurosciences 的主要特色和研究重點：

1. **教育和培訓：** UCSF Weill Institute for Neurosciences 致力於培養下一代的神經科學研究人才和醫療專家。該研究所提供豐富多彩的教育和培訓項目，包括神經科學研究的實驗室培訓、臨床實踐的臨床轉化研究培訓等。
2. **研究領域：** UCSF Weill Institute for Neurosciences 的研究重點包括神經退行性疾病（如阿茲海默症和帕金森氏症）、精神疾病（如抑鬱症和精神分裂症）、神經發育和修復等。該研究所致力於在這些領域開展基礎研究和臨床研究，在神經影像學、神經藥理學、腦電生理學等領域的研究也取得了重要進展。

此次進修主要學習目標為術中神經電生理訊號及腦圖譜映像功能性手術之臨床學習和相關臨床或基礎研究探討。 一如出國前聯絡的計畫跟隨兩位老師學習，於神經電生理訊號方面，跟隨 **Dr. Lanjun Guo** 進入基礎實驗室學習動物實驗並訂定基礎研究方向，同時加入臨床術中電生理監測團隊學習臨床運作；於腦圖譜映像功能性手術方面，跟隨 **Dr. Edwards Chang** 學習 functional neurosurgery especially for brain mapping and epilepsy surgery，並學習相關臨床研究方法，主要進修研習地點包括 Parnassus 和 Mission Bay 院區。



## 二、 過程

抵達 UCSF 報到安頓之後，前兩三個月致力於環境適應及團隊融入，UCSF 神經醫學相關團隊非常龐大，不論臨床或研究皆然！因為醫院臨床端 COVID 相關管制持續至三月後才逐步放鬆，故前兩個月先至動物實驗室學習並參與線上課程取得實驗相關資格及執行能力。於進入第三個月之際，臨床上因 Dr. Guo 引薦而參與了 Dr. Shawn Hervey-Jumper 的臨床手術學習觀摩，Dr. Hervey-Jumper 是目前 UCSF brain tumor with brain mapping surgery(whether awake or asleep)的手術團隊之首，臨床學習對於組建我們的 tumor surgery brain mapping 團隊極有幫助。同時固定於 Dr. Edwards Chang 的手術日學習功能性手術及觀察臨床研究手術執行。前半年一邊觀摩臨床手術及相關術中電生理團隊運作，一邊於動物實驗室學習所有動物實驗相關知識技能，以期完備所有獨立研究執行能力。

順利融入 UCSF 研究實驗室團隊後，訂定了動物實驗研究主題及方向，將在實驗室之前建立的“A Rat Model of Neural Injury After High Frequency Monopolar Stimulation of the Motor Cortex”動物模型之下，藉由調整刺激參數尋找避免神經損傷的 brain motor cortex mapping 安全閾值。在臨床及實驗室學習工作之餘，積極與 UCSF brain mapping 團隊加強互動以增進未來回國後持續交流之可能性。此外，利用亞澳國際術中電生理監測大會 AOSIN 2023 五月於台灣舉辦之機會，順勢邀請受邀抵台演講的 Dr. Lanjun Guo 至台中榮總神經醫學中心交流演講，建立未來雙方合作(不論研究或臨床)的契機。並在美國神經電生理監測學會現任主席 Dr. Guo 的推薦之下加入 ASNM (The American Society of Neurophysiological Monitoring) 學會會員，藉由參加 Annual meeting 的機會由 Dr. Lanjun Guo 引薦與其他同領域專家討論並尋求學術交流及研究合作機會。

一整年的進修過程主要涵蓋兩大面向：一為臨床手術和術中電生理觀摩，並同時參與電生理臨床研究設計及執行；另一為動物實驗研究學習及執行。接下來將兩大面向的進修過程依時序簡要描述並輔以照片紀錄。

### (一) 2023 年春 (一至三月)

1. 動物實驗室：進入 Sall lab for animal study learning，因為沒有動物實驗基礎，一切重頭學習動物實驗及相關技巧，且需參加 UC 線上及個人課程以取得動物實驗操作資格（此類規定於美國非常嚴格，需 IACUC 及 LARC 單位的核可），經歷一系列線上課程和 hand-on 實作後，終於完成所有課程訓練，取得資格，待實驗主持人(Principal Investigator)加入 protocol 操作人員後，準備進行相關實驗操作練習和技巧精進。
2. 臨床 UCSF Health 手術室：於一月下旬正式加入醫院手術室觀摩及術中電生理監測團隊，於三個月內與電生理團隊成員建立良好互動和團隊默契，經與 Dr. Guo 交流討論，對於我們自己的電生理資料庫初步已有臨床研究構想，將於下一季進行資料整理探討趨勢及發表可能。手術端也觀摩不少功能性手術及腦腫瘤，腦癲癇手術，在觀摩之餘將與 Dr. Chang 及 Dr. Hervey-Jumper 持續學習臨床技能及研究方法。

### (二) 2023 年夏 (四至六月)

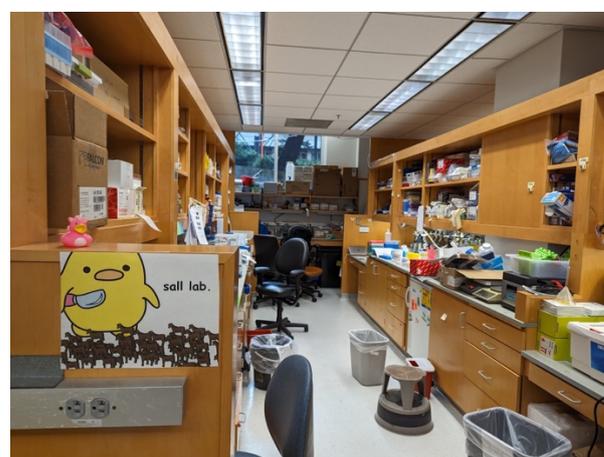
1. 動物實驗室：在 Establishment of A Rat Model of Neural Injury After High Frequency

Monopolar Stimulation of the Motor Cortex 的實驗室大鼠模型架構下，開始動物實驗 protocol methodology 設計，以調整刺激參數的方式尋找避免神經損傷的 brain motor cortex mapping 安全閾值。這段期間，持續學習各項動物實驗操作必備之技巧，從 Rodent surgery with animal anesthesia, Perfusion with brain dissection, brain slicing with staining 一路學習及熟悉所有步驟，以達到良好的動物實驗操作並試圖獲取欲取得的實驗結果。定時與實驗室資深人員討論改善實驗狀態，也持續在 UC learning center on-line lecture 學習相關知識。

2. 臨床 UCSF Health 手術室：持續各式臨床手術觀摩，尤其著重 brain surgery with awake and asleep brain mapping。在 Dr. Lanjun Guo 老師的協助之下，將帶至美國的我們團隊數年累積下來之電生理資料庫基本資料逐步整理，已針對 Hemifacial spasm with microvascular decompression associated IONM 尋找出統計趨勢並開始資料統計分析。另外，也預計與 UCSF brain surgery with IONM 團隊一起設計臨床研究之 cortico-cortical evoked potential (CCEP) data acquisition，討論進入臨床 IRB 之可能性。



動物實驗室所在地，隸屬神經麻醉科，主要進行腦損傷模型及神經元相關研究，亦包含動物行為模式探討



此實驗室包含四位 PI，我們的動物實驗 PI 是 Professor Sall，有兩位 Postdoc 和兩位 BS 研究員，一位專屬技術員協助



實驗室負壓操作櫥(Hood)，實驗室內的動物解剖及有毒溶劑操作皆於此進行



大鼠腦組織經適當方法固定取出後進入染色前之處理，分別為實驗及對照組



手術室觀摩，同時學習手術技巧及電生理應用，各團隊的流暢合作令人驚艷



從手術擺位到各式器械應用，都值得交流學習，重新思考我們的臨床模式



來自世界各地的學者共聚 UCSF Health 手術室觀摩 brain mapping，趁機交流各國現況



IONM 團隊聚餐，龐大的術中電生理成員於忙碌的手術工作之餘定時聚會

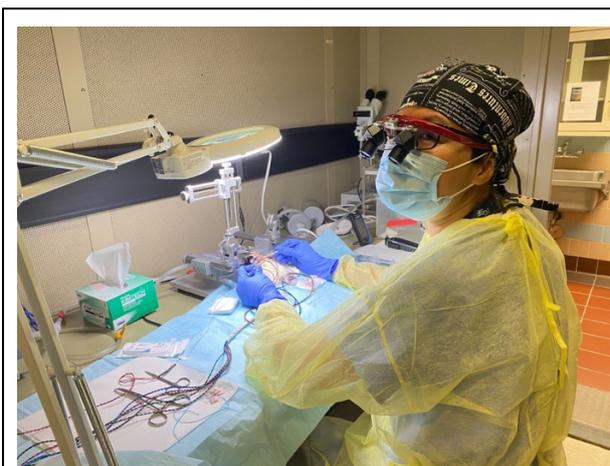
### (三) 2023 年秋（七至九月）

1. 動物實驗室：因醫院重新整修導致實驗室動物手術室搬遷，6-7 月間重新設定手術相關器材及環境，於等待動物手術室可用期間持續學習實驗動物操作技巧，8 月開始正式動物實驗操作及成果取得，動物實驗手術已完成第一批操作，且取下的腦部已完成 perfusion, slicing, mounting, IHC staining 等步驟，於螢光顯微鏡下觀察結果，預計 9-10 月完成第二至第三批動物實驗手術，以進一步取得閾值數據及分析。
2. 臨床研究：於 Hemifacial spasm with microvascular decompression associated IONM 的主題持續整理電生理資料以進而取得統計結果；臨床端手術觀摩達到一定階段，與指導教授討論各式所學之餘決定增加論文主題，針對 facial MEP in CP angle tumor 的臨床疑問整理資料書寫 systemic review and meta-analysis，並與西雅圖大學的 Robert N. Holdefer 教授共同討論，每兩週定期舉行線上研究會議，目前

於 method 書寫階段，且資料取得過程也與荷蘭相關專家舉行線上會議討論。前述 CCEP 之研究設計因為 IRB 及經費時序考量，預計回國後再研議是否跨國以相同方法學各自收案，再進行共同資料分析。

#### (四) 2023 年冬（十至十二月）

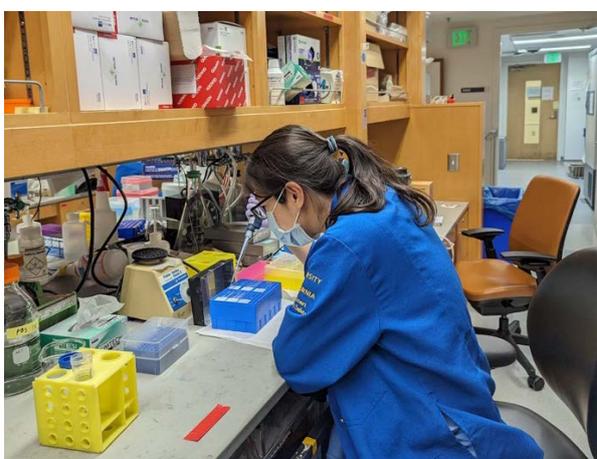
1. 動物實驗室：10 月完成第二批次動物實驗操作及成果取得，嘗試不同腦切片染色及結果判讀，因應判讀結果及初步閾值取得之細胞數比較，期間持續學習各式顯微鏡使用技巧及細胞觀察判斷軟體使用技巧，於 11-12 月之間行第三批動物實驗操作並驗證第二批取得之成果，完成最後一批動物實驗，腦切片及染色，切片顯微影像判讀及數據分析。因時間緊湊，於 12 月底至 1 月初的兩週間交接所有實驗數據給共同參與的實驗室學妹，返國後預計線上協作完成所有數據分析，統計分析後進一步決定是否需補做或追加染色，並持續合作研究文章書寫。
2. 臨床研究：與 Robert N. Holdefer 教授共同討論之 facial MEP in CP angle tumor systemic review and meta-analysis 跑完數據取得成果圖表，完成 results 及 discussion 書寫，進入修改並討論投稿期刊方向; Hemifacial spasm with MVD associated IONM 的主題已完成 method 書寫，待進一步依統計分析數據成果進行線上討論和後續文章書寫。



執行大鼠開顱皮質刺激手術



學習 All-in-one 螢光顯微鏡操作



術後腦組織切片 免疫組織螢光染色



各實驗室夥伴利用實驗空檔年終小聚



部科年度 research meeting，臨床及研究人員共聚一堂，PI 上台發表實驗進度



各實驗室研究人員於年度 research meeting 發表一年來的實驗數據或初步成果



術中電生理結訓！獲得 UCSF 精美證書及指導教授的認可嘉獎



醫院實驗室外牆的 UCSF 諾貝爾獎牆，所有研究科學家的努力目標並非遙不可及

### 三、心得

UCSF 神經外科近幾年於全美排名數一數二，去年 UCSF 更是獲得美國國家研究補助經費全美第一名，研究風氣盛行且能力強大。此次有幸不但參與了基礎實驗研究學習，也參與了臨床手術團隊觀摩。一年以來的在地融入學習，激發了很多想法及動力，不論是臨床、研究、或教學都獲得了很多啟發，相信未來的自己可以持續與 UCSF 團隊交流合作，帶回許多進化自我和進化團隊的助力！

在 UCSF，眼裡所見所學皆是團體力量的積累。其實一人之力相當有限，在這兒，光是手術室便有極詳細的專業分工，一台腦圖譜映像腫瘤或癲癇手術，會有專司腦圖譜映像導航的功能性影像醫工團隊（這需要神經功能性影像科醫師的介入），有專司神經電生理監測的團隊，有強大的清醒睡眠轉換自如之麻醉團隊，有嫻熟手術流程的手術護理團隊，有機動的術中放射影像團隊，有術中病理標本處理判讀團隊（需神經病理科醫師介入），更有專司此類手術的神經外科及研究團隊！團隊的建立及跨團隊的合作實是此類手術的精髓，期望未來我們可以有更多團隊成員到美進修學習，促成整體團隊的精進！當然，不只是手術室，研究更是！只是美國研究資源不論是人力物力財力皆與台灣大不同，

雖然有許多值得效仿的地方，但是有更多我們無法複製的點，如何在強大的美國研究環境中尋找出其卓越點並適度套用在我們所在研究環境加以進步改善，是這一年度學習中相當重要的一件事。就以我所待的實驗室來說，學習進度內容提到的各式實驗技巧相關儀器和耗材，皆隨手取用，只要願意學習，實驗室各種高貴儀器皆可以向資深人員請教學習使用，練習實驗技巧時也都備有充足練習耗材，尤其涉及實驗室安全及動物實驗操作安全之個人用品，皆有 EHS 做好事前提供及訓練，訓練向下扎根嚴謹，實驗人員腳踏實地逐步前進，自然走得遠走得久。自然，這一切皆有相當深厚之根基支持，台美環境大不同，如何將所學應用回台灣，將是持續思考精進的目標。

於 UCSF 學習之際，也利用在美進修地利之便參與了四月於洛杉磯舉辦之美國神經外科年會(AANS)。2023 年神經外科年會是一個令人印象深刻且具豐富學術內容的大會。會議上聚集了 COVID 後又重新連結的世界及全美各地頂尖神經外科醫師、研究學者和產業界專家，分享了他們的專業知識、最新研究成果和創新技術。短短的四天年會期間，從早到晚緊鑼密鼓的安排各個次專科精彩的演講、研討會和工作坊。其中一個讓我印象深刻的工作坊是 brain mapping advanced technique and innovation(為特別付費參加的工作坊)，聚集了世界級大師手把手傳遞知識，依各自專長主講不同技巧，每個講者分享的經驗和技巧幾乎都是由他們自己團隊發表的文章所堆砌起來，就如同看文章時作者親自在讀者眼前示範一般，價值度極高！這個大會在短時間內讓腦袋的知識衝擊重整了一番，讓我帶著既豐盈又汲汲求知的腦袋瓜回到工作崗位上繼續思考及工作。

利用亞澳國際術中電生理監測大會 AOSIN 2023 五月於台灣舉辦之機會，順勢陪同教授返台，邀請受邀抵台演講的 Dr. Lanjun Guo 至台中榮總神經醫學中心交流演講，賓主盡歡，建立未來雙方合作（不論研究或臨床）的契機。五月回美之後，又趕至德州達拉斯參加 ASNM 年度學術大會，由現任大會主席 Dr. Lanjun Guo 的引見，與全美各地的術中電生理專家互動討論，三天兩夜的會議精美充實，對於未來台灣區的術中電生理發展有了更多的想法！

研究方面，在實驗過程中，持續依統計數據修正或印證研究觀點及思考書寫重點，定期與跨醫院合作教授舉行線上會議討論研究方法及結果。動物研究相關資格及 new protocol 完成所有認證程序便需要一整季度時間，過程中持續技巧摸索練習，於七月實驗手術室重新啟用後進入主實驗階段，陸續完成三階段的動物實驗操作，其中學習到的技巧及經驗無論未來是否派上用場，皆是一大收穫。下半年度隨著增加研究主題及內容日益繁忙，然則這一年是難得可以全心投入研究的一年，在無論人力財力物力皆是數一數二的研究環境之下，這樣的忙碌令人感到快樂且充實！UCSF 為一間研究導向的大型醫學中心，在這兒，研究人員甚至比臨床人員眾多，每位臨床人員亦被鼓勵參與各型研究且列入正式工時，只要願意投入研究，所有醫師每週皆有各自的 research day 以鼓勵研究的投入，當許多臨床治療以實證研究為導向之下，各式觀點被廣為討論，醫療團隊及病人的選擇性更高更廣，然而，不可否認的，有利亦有弊，有些治療於研究導向之下，病人及醫療團隊必須花費更多的時間和精力配合研究的進行，其中利弊平衡也是值得我們學習及思考的重點之一。

雖然在研究領域忙碌得不可開交，但是美國這一年正是進修學習的美好時光！再忙，也不能錯過年末於溫哥華舉行的美國神經腫瘤學會年會。UCSF 的 Dr. Hervey-Jumper 是今

年的大會主席且發表了許多傑出神經腫瘤基礎研究，上半年平日於手術室觀察教授的手術，趁著大會期間恰好密集吸收各大師的研究精華，更新神經腫瘤背景知識，加深功能性手術與腫瘤手術的結合！

不論動物實驗或臨床實驗隨著時光飛逝也都進入後面成果取得及書寫階段。因雙線並行時間實屬緊迫，雖然加緊腳步，仍有許多變數！臨床研究成果書寫可以回國後持續合作線上溝通，但動物實驗因環境和器材之侷限，如需要補做實驗數據將會有極大困難。最後一個月，在緊鑼密鼓地加速實驗進度之下，終於於返國前完成所有實驗數據取得，並將實驗相關方法流程及操作細項交接給美國實驗室合作夥伴，後續將與美國同事以每週線上會議方式持續數據分析及統計討論，期望可以將在美成果繼續鏈接回台，並維持跨國合作及討論，以期保持醫師科學家的訓練及研究精神。在 UCSF Health 的年度進修研習中，這裡帶給我的不只是神經外科醫師的精進，更是神經科學家的成長。成為醫師科學家 是 UCSF 體系給予每一位醫師的訓練，也是我對於未來的期望。



AANS 大會上台灣醫師齊聚一堂



邀請 Guo 教授於亞澳大會期間至台中榮總專題演講



辦公室一隅，優美的上班環境讓我們常常利用手術空檔喝杯咖啡討論研究進度



與 MGH 神經放射腫瘤醫師於 SNO 大會上相見歡，未來有機會將持續交流

## 四、建議事項

### (一) 身為中部頂尖醫學中心，醫師科學家的養成是重要的環節

1. 如同 UCSF Health 體系之下研究支持臨床發展，臨床推動研究進步，我們應鼓勵醫師（尤其資深住院醫師至主治醫師）建立自己的 research day（每週半天至一天固定時段投入研究進行）。在臨床忙碌工作之餘有專屬時間與研究團隊互動討論是讓研究持續下去的重要關鍵，國外對於這個時段甚至是有額外研究加給（如同臨床工作給予薪資），於健保體制下的台灣不易達成，但我們亦可以思考如何給予願意投入時間及腦力體力參與研究的醫師實質鼓勵。
2. 建立部科或跨部科 annual research meeting，鼓勵臨床及研究人員共同參與，不論臨床或基礎研究，大家可以藉由年度成果發表審視這一年來實驗的進展及方向，互相討論學習，也讓不同實驗室及臨床端的人員互相交流，增進彼此聯繫，加強合作連結。

### (二) 神經醫學中心功能性手術團隊已是中部第一，但仍可以更加強大向國際看齊

1. 我們的功能性手術團隊包括深腦刺激術（巴金森）團隊，癲癇手術團隊，功能區腦腫瘤清醒手術團隊，皆是特色發展技術團隊，跨部科團隊領導成員陸續出國進修以幫助團隊能力成長（神內外及麻醉），但是如同心得所提，神經放射科及神經病理科的協同發展也是舉足輕重；可惜目前礙於人力侷限缺乏固定合作及進修的年輕醫師，期許未來加強合作發展。
2. 術中電生理團隊(IONM)是連結上述各式功能性手術的重要基本，自民國 103 年神經外科購入高階多頻道術中監測儀且投入人力開始發展術中電生理監測以來，現在已是全國首屈一指的領銜團隊，但是對比於 UCSF 專業團隊的廣度和深度（UCSF IONM 團隊具 12 位專職電生理學家，且因人力不足大夜班外包，專職人力亦持續增加中）我們仍需持續精進。首先，人力配置仍需到位，我們目前有兩位電生理監測醫師，一位兼任技術人員，一位兼任專科護理師，六位支援性質放射師（因科內業務需求，要求兼任技術員及專科護理師多台刀同時進行或值班時段無法顧及時，放射師支援協助）。未來計畫持續發展多模態術中神經電生理監測並擴大手術應用術式，增加跨部科合作，故初步評估需增加二位專任電生理技術員，也評估增加相關研究助理人員或醫工人員，並減少支援性質放射師的科外業務支援（放射師如支援科外業務便無法支援科內神經電生理監測）。除了人才之外，也計劃增加自費神經監測品項，目前的健保規範已遠遠落後國外神經監測範疇，故許多可以達到術中電生理功能監測及定位的技術或術式都不在健保給付範圍內，發展過程無法計價將導致人員及儀器投入的困難，然健保給付改變相當不易，故計畫先以自費項目發展，再以學會及領銜團隊的力量逐步改變大環境潮流。

### (三) 手術電極晶片的貧乏影響台灣相關術式（如癲癇手術，複雜性腦功能定位監測手術）臨床發展

術中腦電極晶片 (stereo EEG lead, strip, and grid) 是癲癇手術二階段侵入性腦波評估手術中的要角，也是複雜性腦功能定位監測病灶切除手術的術中重要耗材。國際

上晶片選擇多元，晶片可記錄可刺激可燒灼，台灣近年侵入性腦波電極植入手術發展已具規模，尤以台北榮總為首，各大醫學中心皆積極成立相關團隊，我們為中部領先發展醫院，於民國 110 年完成中部第一例 sEEG 臨床手術，並輔以評估後切除治療（或燒灼治療），回國後預計持續發展。目前受限於台灣電極晶片不如國際品牌多元且相對高價，使用上仍處處受限，尤其早期癲癇手術健保給付制定未考量未來電極晶片耗材發展（癲癇手術目前健保給付遠不足以供應晶片使用，雖於立體定位功能學會數度討論，目前仍未納入健保修改），故各發展醫學中心團隊皆捉襟見肘。回國後期望帶入美國發展模式，先以研究及基金會資源提供晶片預算，促進相關手術發展，加強團隊能力及運作，追加以自費項目設立，進而推行健保規範修訂。同時，尋求機會與醫工研究團隊合作，研發台灣自有品牌的手術電極晶片，增加臨床可用性也促進台灣高階醫材的研發製造。

#### (四) 腦神經科學研究的教育和培訓與臨床發展息息相關

UCSF 自 2016 年設立威爾神經科學研究所(Weill Institute for Neurosciences)後，積極整合神經科學研究和最先進的腦科學醫療服務，幾乎所有腦科學相關科系皆加入此中心的運作，藉由神經科學研究的實驗室培訓、臨床實踐的臨床轉化研究培訓等整合醫師科學家人才合作，獲得越來越多的國家研究經費挹注，2023 年更是 NIH 研究經費補助第一名。我們應可借鑑循此模式整合腦神經科學的臨床及研究資源，並培育醫師的科學家能力，開立相關研究課程協助醫師進入研究計劃的發想，書寫，及執行。由此培育臨床研究人才並增加與基礎研究團隊合作之機會，讓研究成為臨床發展的基石，相輔相成。

## 五、 附錄

